

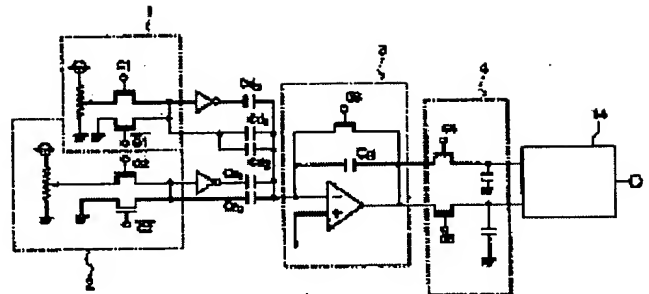
**DETECTION CIRCUIT FOR ANGULAR SPEED SENSOR**

**Patent number:** JP10318754  
**Publication date:** 1998-12-04  
**Inventor:** TSURUGA KIKUO  
**Applicant:** TOKIN CORP  
**Classification:**  
- **International:** G01C19/56; G01P9/04  
- **European:**  
**Application number:** JP19970129675 19970520  
**Priority number(s):**

**Abstract of JP10318754**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a detection circuit for small, high sensitivity angular speed sensor in which excellent temperature characteristics are sustained regardless of the temperature characteristics of device output or parasitic capacity.

**SOLUTION:** The detection circuit for angular speed sensor comprises a common switched capacitor circuit 3 connected with a pair of oscillators and applying arbitrary AC voltages or pulse voltages independently to an exciting circuit 1 and a detection drive circuit 2, a sample hold circuit 4 for holding the output signal from the switched capacitor circuit 3 at more than one different sampling timing and outputting as sample signals, and a compensation capacitor Cd3 having electric capacitance substantially equal to the sum of electric capacitance of exciting capacitors Cd1, Cd2 in the exciting circuit 1 and applying AC voltages or pulse voltages from the detection drive circuit 2 to the exciting capacitors Cd1, Cd2 while shifting the phase by 180 deg. from that of the exciting capacitors Cd1, Cd2.





(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-318754

(43) 公開日 平成10年(1998)12月4日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 1 C 19/56

G 0 1 C 19/56

G 0 1 P 9/04

G 0 1 P 9/04

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平9-129675

(22) 出願日

平成9年(1997)5月20日

(71) 出願人 000134257

株式会社トーキン

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

(72) 発明者 敦賀 紀久夫

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

株式会社トーキン内

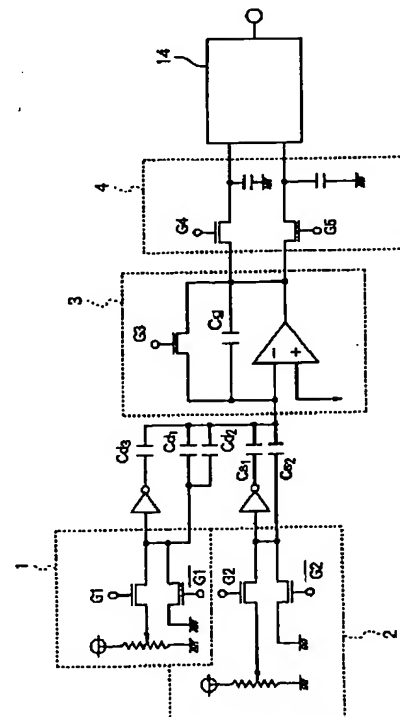
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54) 【発明の名称】 角速度センサ用検出回路

(57) 【要約】

【課題】 デバイス出力の温度特性や寄生容量の温度特性に影響されず、優れた温度特性を保持する小型で高感度な角速度センサ用検出回路を提供すること。

【解決手段】 この角速度センサ用検出回路には、一対の振動子に接続され、励振回路1及び検出用駆動回路2にそれぞれ独自に任意の交流電圧又はパルス電圧を印加する共通のスイッチトキャパシタ回路3と、スイッチトキャパシタ回路3からの出力信号を異なる2つ以上のサンプリングタイミングで保持してそれぞれサンプル信号として出力するサンプルホールド回路4と、励振回路1の励振用コンデンサ $Cd_1$ 、 $Cd_2$ の電気容量の総和値とほぼ等しい電気容量値を持ち、交流電圧又はパルス電圧を励振用コンデンサ $Cd_1$ 、 $Cd_2$ の位相と180度シフトさせて検出用駆動回路2から励振用コンデンサ $Cd_1$ 、 $Cd_2$ に印加する補償用コンデンサ $Cd_3$ とが備えられている。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 角速度センサにおける一対の振動子に対する対向電極間に生じる静電引力を利用して該一対の振動子を励振するための励振回路と、前記一対の振動子の振動方向と垂直な方向に生じる振動に応じて検出用電極間の静電容量が変化するのを検出することによって角速度検出を行う検出用駆動回路とを備えた角速度センサ用検出回路において、前記一対の振動子に接続され、前記励振回路及び前記検出用駆動回路にそれぞれ独自に任意の交流電圧又はパルス電圧を印加する共通のスイッチトキャパシタ回路を備えたことを特徴とする角速度センサ用検出回路。

【請求項2】 請求項1記載の角速度センサ用検出回路において、前記スイッチトキャパシタ回路からの出力信号を異なる複数のサンプリングタイミングで保持して複数のサンプル信号として出力するサンプルホールド回路を備えたことを特徴とする角速度センサ用検出回路。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の角速度センサ用検出回路において、前記励振回路は所定の電気容量を持つ励振用コンデンサを含み、前記所定の電気容量の総和値とほぼ等しい電気容量値を持つと共に、前記交流電圧又は前記パルス電圧を前記励振用コンデンサの位相と180度シフトさせて前記検出用駆動回路から該励振用コンデンサに印加する補償用コンデンサを備えたことを特徴とする角速度センサ用検出回路。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、主として入力角速度に応じて振動させた振動体にコリオリ力が発生するようにし、そのコリオリ力による振動体の変位から入力角速度を検出する振動型角速度センサに適用される角速度センサ用検出回路に関する。

**【0002】**

【従来の技術】従来、この種の角速度センサには、半導体シリコンウエファの加工プロセスを経て作製され、コリオリ力の検出に際して角速度の変化を静電容量の変化として検出するタイプのものがある。

【0003】図4は、こうした静電容量の変化を検出するタイプの角速度センサ用検出回路の要部を示したものである。この角速度センサ用検出回路では、FET入力のC-Vコンバータ形式で検出用コンデンサCsの静電容量の変化を電圧に変換する構成となっている。ここで、電圧に変換された静電容量の変化を示す出力信号は、増幅された後に同期検波されることにより、直流電圧として出力されるようになっている。出力信号の増幅に際しては差動増幅器でC-Fコンバータを2段用いて増幅する場合もある。因みに、この角速度センサ用検出回路では、検出用コンデンサCsから検出回路までの引き回しによって寄生容量Cpが生じる。

**【0004】**

【発明が解決しようとする課題】上述した角速度センサ用検出回路の場合、主にFETを入力としたC-Vコンバータ形式であるため、デバイス(FET)出力の温度特性がそのまま角速度センサの温度特性になって現れてしまうという欠点と共に、検出用コンデンサCsから検出回路までの引き回しによって生じる寄生容量Cpが大きくなると、この寄生容量Cpの温度特性がそのまま角速度センサの温度特性として現れてしまうという欠点がある。

【0005】本発明は、このような問題点を解決すべくなされたもので、その技術的課題は、デバイス出力の温度特性や寄生容量の温度特性に影響されずに優れた温度特性を保持し得る小型で高感度な角速度センサ用検出回路を提供することにある。

**【0006】**

【課題を解決するための手段】本発明によれば、角速度センサにおける一対の振動子に対する対向電極間に生じる静電引力を利用して該一対の振動子を励振するための励振回路と、一対の振動子の振動方向と垂直な方向に生じる振動に応じて検出用電極間の静電容量が変化するのを検出することによって角速度検出を行う検出用駆動回路とを備えた角速度センサ用検出回路において、一対の振動子に接続され、励振回路及び検出用駆動回路にそれぞれ独自に任意の交流電圧又はパルス電圧を印加する共通のスイッチトキャパシタ回路を備えた角速度センサ用検出回路が得られる。

【0007】又、本発明によれば、上記角速度センサ用検出回路において、スイッチトキャパシタ回路からの出力信号を異なる複数のサンプリングタイミングで保持して複数のサンプル信号として出力するサンプルホールド回路を備えた角速度センサ用検出回路が得られる。

【0008】更に、本発明によれば、上記何れかの角速度センサ用検出回路において、励振回路は所定の電気容量を持つ励振用コンデンサを含み、所定の電気容量の総和値とほぼ等しい電気容量値を持つと共に、交流電圧又はパルス電圧を励振用コンデンサの位相と180度シフトさせて検出用駆動回路から該励振用コンデンサに印加する補償用コンデンサを備えた角速度センサ用検出回路が得られる。

**【0009】**

【作用】本発明の角速度センサ用検出回路は、励振回路及び検出用駆動回路にそれぞれ独自に任意の交流電圧又はパルス電圧を印加する共通のスイッチトキャパシタ回路に一対の振動子を接続するため、検出用コンデンサから検出用駆動回路までの引き回しによる寄生容量による温度特性の影響がキャンセルされる。又、スイッチトキャパシタ回路からの出力信号を異なる複数のサンプリングタイミングで保持して複数のサンプル信号として出力するサンプルホールド回路や、励振用コンデンサの電気容量の総和値とほぼ等しい電気容量値を持ち、交流電圧

又はパルス電圧を励振用コンデンサの位相と反転させて検出用駆動回路から励振用コンデンサに印加する補償用コンデンサを用いることにより、検出用駆動回路の出力から励振回路の励振電圧をキャンセルし、検出用駆動回路の出力ダイナミックレンジを広く使えるようにしている。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】以下に実施例を挙げ、本発明の角速度センサ用検出回路について、図面を参照して詳細に説明する。

【0011】最初に、図2を参照して本発明の角速度センサ用検出回路が適用される角速度センサの基本構成を説明する。尚、図2(a)は角速度センサの要部の平面図に関するものであり、同図(b)は同図(a)の要部におけるA-A'線方向における側面断面を含む全体の側面断面図に関するものである。

【0012】ここでの角速度センサは、基本的にはn型シリコン単結晶基板であるシリコン基板5とガラス基板6とを接合して成っている。この角速度センサを作製する場合、シリコン基板5の一部にエッチングにより静電容量を得るためのギャップ7を形成し、シリコン基板5のギャップ7の領域内(点線で示すその反対面の高濃度ホウ素拡散部8の内側に相当する部分)に高濃度ホウ素拡散を行い、反対面から高濃度ホウ素拡散部8をエッチストップにして異方性エッチングを行うことでダイヤフラムを形成する。このダイヤフラムから反応性イオンエッチング(RIE)等のドライエッチングによって一対の振動子9、10を形成する。振動子9は錘部11a及びこれより延在する梁部12から成り、振動子10も同様に錘部11b及びこれより延在する梁部12から成る。

【0013】又、絶縁基板としてのガラス基板6上に振動子9、10の錘部11a、11bの形状に合わせた検出用電極13a、13bを金属を用いてスパッタ蒸発や真空蒸着により形成する。そこで、陽極接合技術を用いてガラス基板6及びシリコン基板5を接合し、錘部11a、11bの厚さ方向に静電容量を形成する。更に、高濃度ホウ素拡散部8を数カ所RIEによって切断することにより、錘部11a、11bの厚さ方向と垂直方向とに配置される3つの電極8a、8b、8cを形成する。この中で振動子9、10用電極として高濃度ホウ素拡散部8の電極8aを利用し、その対向電極として振動子9、10のそれぞれに対応させた電極8b、8cを利用する。尚、電極8a、8b、8cのそれぞれの高濃度ホウ素拡散を用いた引き回しは略図する。

【0014】図1は、このような角速度センサに適用される角速度センサ用検出回路を示したものである。この角速度センサ用検出回路は、角速度センサにおける一対の振動子9、10に対する対向電極8b、8c間に生じる静電引力(クーロン力)を利用して一対の振動子9、

10を励振するための励振回路1と、一対の振動子9、10の振動方向と垂直な方向に生じる振動に応じて検出用電極13a、13b間の静電容量が変化するのを検出することによって角速度検出を行う検出用駆動回路2と、一対の振動子9、10に接続され、励振回路1及び検出用駆動回路2にそれぞれ独自に任意の交流電圧又はパルス電圧を印加する共通のスイッチトキャパシタ回路3と、このスイッチトキャパシタ回路3からの出力信号を異なる2つ以上のサンプリングタイミングで保持してそれぞれサンプル信号として出力するサンプルホールド回路4と、このサンプルホールド回路4に接続されて各サンプル信号を差動増幅して検出用出力電圧を得る差動増幅器14と、励振回路1の励振用コンデンサ $Cd_1$ 、 $Cd_2$ の電気容量の総和値( $Cd_1 + Cd_2$ )とほぼ等しい電気容量値を持ち、交流電圧又はパルス電圧を励振用コンデンサ $Cd_1$ 、 $Cd_2$ における位相と180度シフトさせて検出用駆動回路2から励振用コンデンサ $Cd_1$ 、 $Cd_2$ に印加する補償用コンデンサ $Cd_3$ とを備えて成っている。

【0015】ここでの角速度センサ及び角速度センサ用検出回路では、励振回路1より励振用コンデンサ $Cd_1$ 、 $Cd_2$ の電極である電極8a及び電極8b、8cに同時にパルス電圧や交流電圧(以下はパルス電圧を用いるものとする)を加えると、振動子9、10はそれぞれ対向電極8b、8cとの間で静電引力によって図2(a)中のX方向に引き寄せられては離れるという振動をする。

【0016】この角速度センサ用検出回路の場合、上述したように励振用コンデンサ $Cd_1$ 、 $Cd_2$ の電気容量の総和値( $Cd_1 + Cd_2$ )に等しい電気容量値の補償用コンデンサ $Cd_3$ が別途設けられており、この補償用コンデンサ $Cd_3$ によって励振用コンデンサ $Cd_1$ 、 $Cd_2$ に対して電圧値が同じで位相が反転しているパルス電圧を検出用駆動回路2から印加する。検出用コンデンサ $Cs_1$ 、 $Cs_2$ には励振周波数の1/2の周波数のパルス電圧が印加される。

【0017】それぞれのコンデンサを入力としたスイッチトキャパシタ回路3は、励振回路1及び検出用駆動回路2にそれぞれ独自にパルス電圧を印加する。サンプリングホールド回路4では、スイッチトキャパシタ回路3の出力信号をそれぞれサンプリングタイミングが異なり、サンプリング周波数が励振周波数の1/2の周波数の2つのサンプリングタイミングで保持し、それぞれサンプル信号として差動増幅器14へ出力する。

【0018】図3は、この角速度センサ用検出回路の各部における処理信号に関するタイミングチャートを示したものである。ここでは、それぞれの回路におけるスイッチングトランジスタのゲートのタイミングを示しており、具体的には励振回路1のゲートタイミングG1、検出用駆動回路2のゲートタイミングG2、スイッチトキ

ャパシタ回路3のゲートタイミングG3、及びサンプルホールド回路4のゲートタイミングG4、G5と、スイッチトキャパシタ回路3の出力電圧VSC<sub>out</sub>とが示されている。

【0019】ここで、励振回路1の電圧をV1、検出用印加電圧をV2とし、スイッチトキャパシタ回路3のフィードバック容量をC<sub>g</sub>とすると、スイッチトキャパシタ回路3の出力信号の出力電圧VSC<sub>out</sub>は、検出用印加電圧V2がLowの場合、 $VSC_{out1} = V1 (Cd_1 + Cd_2 - Cd_3) / C_g + V2 (Cs_2 - Cs_1) / C_g$ として表わされ、検出用印加電圧V2がHighの場合、 $VSC_{out2} = V1 (Cd_1 + Cd_2 - Cd_3) / C_g - V2 (Cs_2 - Cs_1) / C_g$ として表わされる。

【0020】ところで、励振用コンデンサCd<sub>1</sub>、Cd<sub>2</sub>の電気容量の総和値(Cd<sub>1</sub> + Cd<sub>2</sub>)と補償用コンデンサCd<sub>3</sub>の電気容量値とを完全に一致させることは難しいため、実際には誤差電圧V1(Cd<sub>1</sub> + Cd<sub>2</sub> - Cd<sub>3</sub>) / C<sub>g</sub>が発生することを想定できる。そこで、こうした2つの状態の出力電圧VSC<sub>out1</sub>、VSC<sub>out2</sub>にそれぞれに対応するサンプルホールド回路3を差動増幅器14に接続すると、差動増幅器14からの出力電圧は $VSC_{out1} - VSC_{out2} = 2 \times V2 (Cs_2 - Cs_1) / C_g$ となり、励振用コンデンサCd<sub>1</sub>、Cd<sub>2</sub>の誤差要因が無くなるため、感度が2倍となる。即ち、この角速度センサ用検出回路の場合、サンプルホールド回路3や補償用コンデンサCd<sub>3</sub>の働きによって、検出用駆動回路2の出力から励振回路1の励振電圧をキャンセルするため、検出用駆動回路2の出力ダイナミックレンジを広く使えるようになっている。

【0021】角速度センサ及び角速度センサ用検出回路において、検出用電極13a、13bは回転が無いときはコリオリ力が発生しないので、検出用コンデンサCd<sub>1</sub>、Cd<sub>2</sub>のギャップ長は等しく、静電容量値も等しくなるために出力が零となるが、ここでY軸方向に回転するとコリオリ力が発生し、振動子9、10はZ方向に振動する力を受ける。

【0022】振動子9、10の励振方向の位相は180度ずれているので、振動子9、10のZ方向への振動も位相が180度ずれるため、検出用電極13a、13bのギャップに差が生じて静電容量にも差(Cs<sub>2</sub> - Cs<sub>1</sub>)が発生する。この静電容量差を求めれば角速度の大きさに対応した出力電圧が得られる。

【0023】ここでの角速度センサ用検出回路の場合、検出用コンデンサCd<sub>1</sub>、Cd<sub>2</sub>と検出用駆動回路2との間に寄生容量が発生しても、静電容量差を求めることによってキャンセルされるので、寄生容量の影響を受けない。

【0024】尚、上述した一実施例の角速度センサ用検出回路では、差動増幅器14を用いるものとしたが、例えば励振回路1及び検出用駆動回路2のゲートタイミングを入れ替え、差動増幅器14の代わりに加算回路を設置した構成としても同様の特性が得られる。

【0025】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、励振回路の誤差要因となるデバイス出力の温度特性や寄生容量の温度特性に影響されずに高感度で優れた温度特性を保持し得る小型で高性能な角速度センサ用検出回路が提供されるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に一実施例に係る角速度センサ用検出回路を示したものである。

【図2】図1に示す角速度センサ用検出回路が適用される角速度センサの基本構成を例示したもので、(a)はその要部の平面図に関するもの、(b)は(a)の要部におけるA-A'線方向における側面断面を含む全体の側面断面図に関するものである。

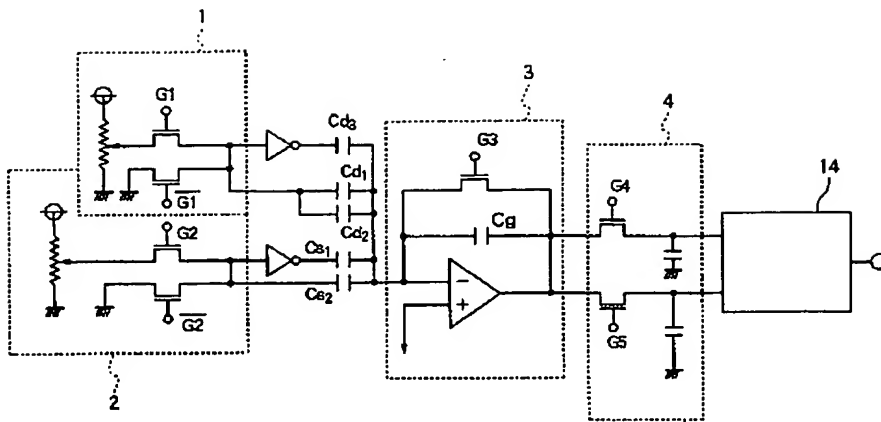
【図3】図1に示す角速度センサ用検出回路の各部における処理信号に関するタイミングチャートを示したものである。

【図4】従来の角速度センサ用検出回路の要部を示したものである。

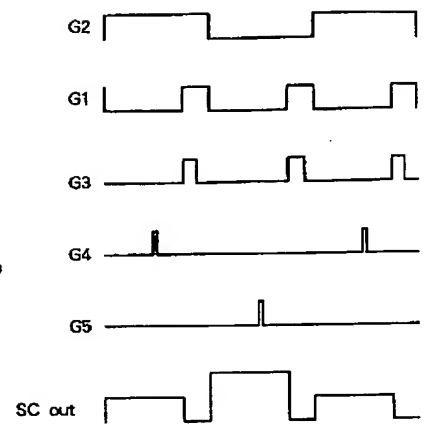
【符号の説明】

- 1 励振回路
- 2 検出用駆動回路
- 3 スwitchトキャパシタ回路
- 4 サンプルホールド回路
- 5 シリコン基板
- 6 ガラス基板
- 7 ギャップ
- 8 高濃度ホウ素拡散部
- 8a, 8b, 8c, 13a, 13b 電極
- 9, 10 振動子
- 11a, 11b 錘部
- 12 梁部
- 14 差動増幅器

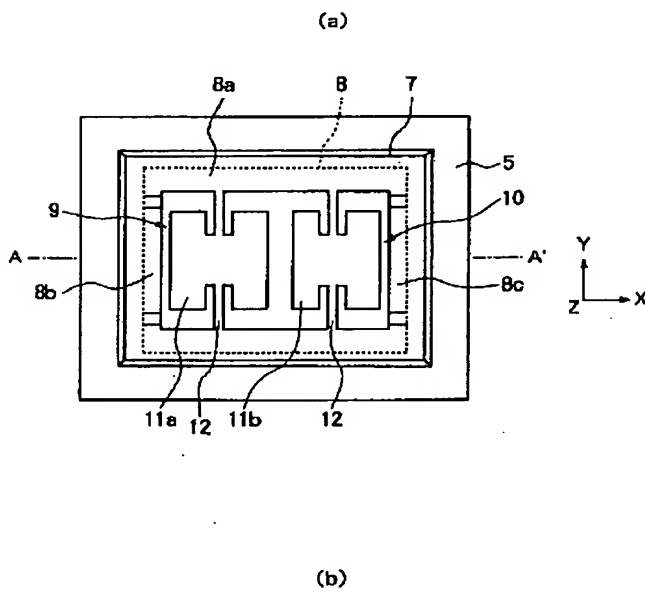
【図1】



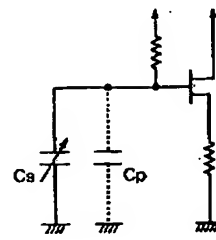
【図3】



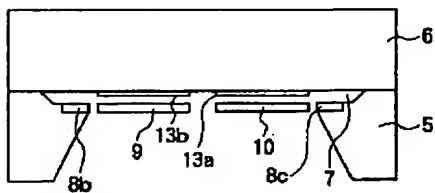
【図2】



【図4】



(b)



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**